



DE4031352

Biblio

Page 1

Dessin



## Headlamp with achromatic lens combination for motor vehicle - has corrugations on convex face at angle to horizontal for diffusion of boundary of bright field

No. Publication (Sec.) : DE4031352  
Date de publication : 1992-04-09  
Inventeur : LOEWE RICHARD (DE); PERTHUS PETER (DE)  
Déposant : BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
Numéro original : ☐ DE4031352  
No. d'enregistrement : DE19904031352 19901004  
No. de priorité : DE19904031352 19901004  
Classification IPC : F21M3/12; F21M3/14; G02B3/02; G02B27/18  
Classification EC : F21V5/00M2  
Brevets correspondants :

### Abrégé

A filament lamp or discharge tube (11) is positioned at the focus (Fe) of a reflector (10) having different elliptical sections in vertical and horizontal planes. The top edge (16) of a screen (14) is grazed by the axis (13) of the reflector (10) and a plano-convex lens (17) in two sections (22,23) with an S-section interface (24). The convex surface (19) has either straight or curved corrugations (28) inclined at 45 deg. (max).  
USE/ADVANTAGE - As dipped-beam headlamp or fog lamp. Beams are refracted in necessary direction for diffusion of image of top of screen.

Données fournies par la base d'esp@cenet - I2



Patent - Master Format

Patent Number DE4031352A

Valid Descriptors

Domain :

Keywords :

Patent

Accession No 1992-124407  
Set Flag  
Update Week 199216  
Current Patent No DE 4031352A

Derwent Title

Headlamp with achromatic lens combination for motor vehicle - has corrugations on convex face at angle to horizontal for diffusion of boundary of bright field

Abstract

Abstracted Patent DE 4031352A  
Flag N  
Drawing References Dwg. 1/7

Abstract

A filament lamp or discharge tube (11) is positioned at the focus (Fe) of a reflector (10) having different elliptical sections in vertical and horizontal planes.

The top edge (16) of a screen (14) is grazed by the axis (13) of the reflector (10) and a plano-convex lens (17) in two sections (22,23) with an S-section interface (24). The convex surface (19) has either straight or curved corrugations (28) inclined at 45 deg. (max).

Novelty

Detailed Description

Activity

Mechanism of Action

Use

Advantage

Use/Advantage

As dipped-beam headlamp or fog lamp. Beams are refracted in necessary direction for diffusion of image of top of screen.

Description of Drawings

Abstract

Drawing

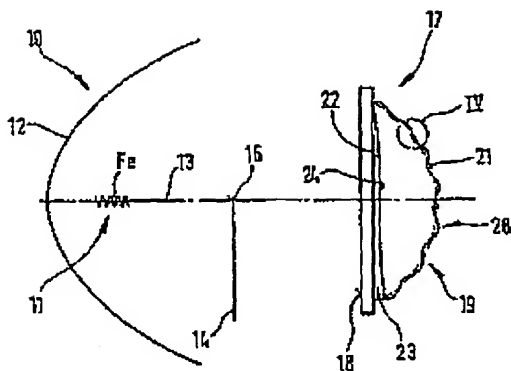


Fig.1

#### Patent Assignee

Source	Code	Name
N	BOSC	BOSCH GMBH ROBERT

#### Inventors

Last Name	Initials
LOEWE	R
PERTHUS	P

#### Derwent Class

Type	Class
M	P81
M	Q71
M	X22
M	X26

#### IPC Classes

Source	Class	Group	Type	Subgroup	Link
N	F21M	003	/	12	B
N	G02B	003	/	02	B
N	G02B	027	/	18	B

#### Manual Codes

X22-B01B  
X26-D01

#### Priorities

Source	Type	Date	Year	Country	Serial
N	A	04/10/1990	90	DE	4031352

#### Patent Family

Number of Countries: 001

#### Patents

Source	Type	Country	Serial	Status	Date	Week	Pages	Language
N	A	DE	4031352	A	09/04/1992	199216	006	-

#### Main IPC

Patent	Class	Group	Type	Subgroup	Link
DE 4031352A	-	-	-	-	-

#### Local Applications

Patent	Flag	Type	Descriptor	Date	Serial
DE 4031352A	A	A	-	04/10/1990	90DE-4031352

#### Designated States



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 40 31 352 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 21 M 3/12**  
F 21 M 3/14  
G 02 B 3/02  
G 02 B 27/18

⑳ Aktenzeichen: P 40 31 352.2  
㉔ Anmeldetag: 4. 10. 90  
㉕ Offenlegungstag: 9. 4. 92

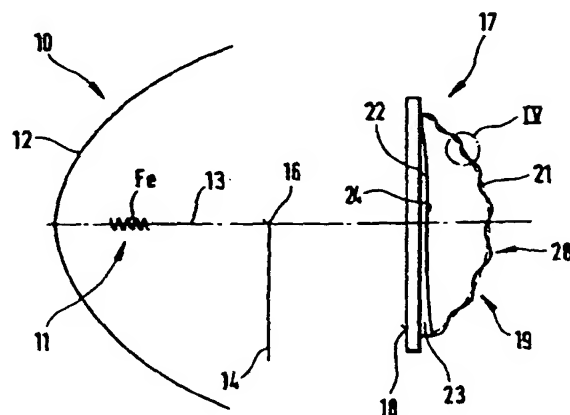
DE 40 31 352 A 1

㉑ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:  
Perthus, Peter, 7000 Stuttgart, DE; Loewe, Richard,  
7016 Gerlingen, DE

⑤4 **Scheinwerfer für Kraftfahrzeuge**

⑤7 In Lichtaustrittsrichtung vor dem Reflektor (10) des Scheinwerfers ist eine Blende (14) angeordnet, deren Kante (16) zur Bildung der Hell-Dunkel-Grenze der Lichtverteilung über ein Objektiv (17) abgebildet wird. Die Kante (16) der Blende (14) weist einen in Lichtaustrittsrichtung gesehen rechten horizontalen Abschnitt (31') und einen links an diesen anschließenden, um 15° bezüglich der Horizontalen abfallenden Abschnitt (32') auf. Das Objektiv (17) ist auf einer Seite mit einer Wellenstruktur versehen. Die Wellen (28) verlaufen in sich geradlinig und erstrecken sich unter dem halben Anstiegswinkel des Kantenabschnitts (32') der Blende gleichsinnig geneigt zur Horizontalen. Durch die Wellen (28) wird die Abbildung der Kante (16) der Blende (14) verunschärft.



DE 40 31 352 A 1

Die Erfindung geht aus von einem Scheinwerfer für Kraftfahrzeuge nach der Gattung des Anspruchs 1.

Ein solcher Scheinwerfer ist durch die DE-OS 36 02 262 bekannt. Dieser Scheinwerfer weist einen Reflektor auf, der durch Reflexion der Strahlen einer Lichtquelle ein Lichtbündel erzeugt. Im Strahlengang der reflektierten Lichtstrahlen ist eine Blende angeordnet, mit einer optisch wirksamen Kante, die über ein Objektiv als Hell-Dunkel-Grenze der vom Scheinwerfer erzeugten Lichtverteilung abgebildet wird. Der eigentlichen Oberfläche des Objektivs ist zum Zwecke einer Farbsaumunterdrückung eine wellenartige Struktur überlagert, durch die die durch das Objektiv tretenden Lichtstrahlen so gestreut werden, daß die Abbildung der Kante der Blende verunschärft wird. Die Wellen sind dabei entweder als in sich geschlossene konzentrische Ringe oder sich geradlinig und vertikal erstreckend ausgebildet. Es hat sich jedoch gezeigt, daß zur Verunschärfung der Abbildung der Blendenkante vor allem eine Ablenkung der Lichtstrahlen senkrecht zur Blendenkante notwendig ist, was bei den ringförmigen Wellen nur von einem Teil der Wellen und bei den sich vertikal erstreckenden Wellen gar nicht erreicht ist.

#### Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Scheinwerfer mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß die Wellen so angeordnet sind, daß diese die Lichtstrahlen im wesentlichen in einer zur Verunschärfung der Abbildung der Kante der Blende erforderlichen Richtung ablenken.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Scheinwerfers gekennzeichnet. Bei der im Anspruch 2 gekennzeichneten Ausbildung des Objektivs ist dieses einfach herstellbar. Durch die in den Ansprüchen 3, 4, 6 und 7 gekennzeichneten Ausbildungen sind Möglichkeiten zur Anpassung der Ablenkungswirkung der Wellen zur Erzielung einer gewünschten Verunschärfung gegeben. Durch die im Anspruch 9 gekennzeichnete Ausbildung ist eine Anpassung der Ablenkungswirkung der Wellen an eine nach ECE-Regelung geforderte Hell-Dunkel-Grenze erreicht. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 12 ist eine Anpassung der Ablenkungswirkung der Wellen an eine nach SAE-Regelung geforderte Hell-Dunkel-Grenze erreicht. Durch die im Anspruch 15 gekennzeichnete Weiterbildung ist außerdem eine Korrektur von sich möglicherweise an der Hell-Dunkel-Grenze ergebenden Farbsäumen erreicht.

#### Zeichnung

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 einen Scheinwerfer im vertikalen Längsschnitt, Fig. 2 eine Hell-Dunkel-Grenze wie sie nach ECE-Regelung gefordert ist, Fig. 3 den Verlauf der Wellenstruktur auf dem Objektiv für die Hell-Dunkel-Grenze nach Fig. 2, Fig. 4 den in Fig. 1 mit IV bezeichneten Ausschnitt in vergrößerter Darstellung, Fig. 5 eine Variante des Objektivs von Fig. 3, Fig. 6 eine Hell-Dunkel-Grenze wie sie nach

SAE-Regelung gefordert ist und Fig. 7 den Verlauf der Wellenstruktur auf dem Objektiv für die Hell-Dunkel-Grenze nach Fig. 6.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Ein in den Fig. 1 bis 7 dargestellter Scheinwerfer nach dem Projektionsprinzip für Abblendlicht oder Nebellicht für Kraftfahrzeuge weist einen Reflektor 10 auf, in den eine Lichtquelle 11 eingesetzt ist, die eine Glühlampe oder eine Gasentladungslampe sein kann. Der Reflektor 10 enthält im vertikalen und horizontalen Axialschnitt unterschiedliche Ellipsen 12, mit gemeinsamem im Reflektor liegendem erstem Brennpunkt Fe, jedoch unterschiedlichen zweiten Brennpunkten, die in Lichtaustrittsrichtung vom Reflektor unterschiedlich weit entfernt liegen. Die Glühlampe bzw. der Lichtbogen der Lichtquelle 11 ist etwa im ersten Brennpunkt Fe der Ellipsen auf der optischen Achse 13 des Reflektors angeordnet und erstreckt sich axial. In Richtung der vom Reflektor reflektierten Lichtstrahlen ist unterhalb der optischen Achse 13 eine Blende 14 angeordnet, mit einer optisch wirksamen Oberkante 16. Nach der Blende 14 ist in Lichtaustrittsrichtung ein Objektiv 17 angeordnet, durch das die Kante 16 der Blende 14 als Hell-Dunkel-Grenze der Lichtverteilung abgebildet wird und die Lichtstrahlen in einer zur Erzeugung einer günstigen Lichtverteilung erforderlichen Weise abgelenkt werden. Das Objektiv 17 weist eine dem Reflektor 10 zugewandte plane oder leicht gewölbte Seite 18 und gegenüberliegende eine Konvexseite 19 auf. Die Konvexseite 19 weist eine in Fig. 1 gestrichelt eingezeichnete asphärische Oberfläche 21 auf.

Die asphärische Oberfläche 21 des Objektivs ist so ausgebildet, daß Abbildungsfehler, die eine sphärische Oberfläche erzeugen würde, bestmöglich korrigiert sind. Außerdem kann der Oberfläche 21 der oberen Hälfte des Objektivs eine zylindrische Halblinse 22 überlagert sein und der unteren Hälfte eine zylindrische Halblinse 23. Die Zylinderachsen der Halblinsen 22, 23 erstrecken sich im wesentlichen horizontal. Durch die beiden Halblinsen werden Lichtstrahlen nach unten abgelenkt. Die obere Halblinse 22 weist eine höhere Brechkraft auf als die untere Halblinse 23. Ohne die Überlagerung der Halblinsen 22, 23 entstünde an der Hell-Dunkel-Grenze ein Farbsaum, der durch chromatische Aberration, das heißt unterschiedlich starke Ablenkung von Lichtstrahlen unterschiedlicher Farbe bedingt ist. So werden zum Beispiel blaue Lichtstrahlen stärker abgelenkt als rote Lichtstrahlen. Durch die Halblinsen 22, 23 werden die Lichtstrahlen nach unten abgelenkt in den Hellbereich unterhalb der Hell-Dunkel-Grenze, wo diese dann nicht mehr als farbig wahrnehmbar sind. Durch die Halblinsen 22, 23 entsteht am Objektiv eine Stufe, die in Fig. 1 als s-förmige Linie 24 erkennbar ist.

Der asphärischen Oberfläche 21 der Konvexseite ist eine Wellenstruktur überlagert. Die Wellenstruktur kann auch der Planseite 18 des Objektivs 17 überlagert sein. Durch jeden Wellenberg 26 wird eine Erhebung auf der Oberfläche gebildet und durch jedes Wellental 27 eine Vertiefung. Die Wellen 28 verlaufen in sich im wesentlichen geradlinig, um eine einfache Herstellung des Objektivs 17 zu ermöglichen. Die Kante 16 der Blende 14 weist einen einem gesetzlich vorgeschriebenen Verlauf der Hell-Dunkel-Grenze entsprechenden Verlauf auf. In Fig. 2 ist für ein erstes Ausführungsbeispiel die Hell-Dunkel-Grenze dargestellt, wie sie in der ECE-Regelung 20 vorgeschrieben ist. Die Hell-Dunkel-

Grenze weist einen, in Lichtaustrittsrichtung gesehen, linken horizontalen Abschnitt 31 und einen an diesen rechts anschließenden, um  $15^\circ$  bezüglich der Horizontalen nach oben geneigten Abschnitt 32 auf. Entsprechend weist auch die Blende 14 einen horizontalen Kantenabschnitt 31' und einen um einen Winkel von  $15^\circ$  geneigten Kantenabschnitt 32' auf. Die Wellen 28 sind in diesem Fall, wie in Fig. 3 dargestellt, um etwa den halben Anstiegswinkel  $\alpha$  hier also  $7,5^\circ$ , des geneigten Kantenabschnitts bezüglich der Horizontalen und gleichsinnig wie dieser geneigt angeordnet. Durch diese Anordnung der Wellen ergibt sich für beide Abschnitte 31, 32 der Hell-Dunkel-Grenze eine etwa gleich starke Verunschärfung.

Der in Fig. 4 dargestellte Winkel  $\beta$ , den die Tangente 33 eines beliebigen Punkts 34 einer Welle 38 mit der Tangente 36 des zugehörigen Punkts 37 der gedachten, durch die Wellenstruktur ersetzten asphärischen Oberfläche 21 des Objektivs einschließt, beträgt maximal bis  $5^\circ$ . Der Winkel  $\beta$  kann als Anstiegswinkel der Wellen bezeichnet werden. Der zugehörige Punkt 37 der asphärischen Oberfläche 21 liegt dabei auf einem von einem Punkt der Kante 16 der Blende 14 kommenden, durch den Punkt 34 der Welle 28 tretenden Strahl 38. Der Winkel  $\beta$  ist am größten für die Punkte 39 der Wellen, die auf der asphärischen Oberfläche 21 liegen, wo die Wellen also diese schneiden. Dort fällt der Punkt 39 der Welle mit dem zugehörigen Punkt der asphärischen Oberfläche 21 zusammen und der zwischen der Tangente 33' an die Welle und der Tangente 36' an die asphärische Oberfläche 21 eingeschlossene Winkel ist  $\beta$  max. Durch die Wellen werden die Strahlen in einem durch den Winkel  $\beta$  max mathematisch definierten Bereich nach oben bzw. nach unten abgelenkt, wodurch die oben erwähnte Verunschärfung der Hell-Dunkel-Grenze hervorgerufen wird. Bei der Begrenzung des Anstiegswinkels  $\beta$  der Wellen auf maximal  $5^\circ$  führt dies jedoch zu keiner unzulässigen Erhöhung der Lichtwerte oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze.

Durch entsprechende Wahl der Wellenlänge, das heißt des Abstands zwischen zwei nebeneinanderliegenden Wellenbergen oder -tälern, sowie der Wellenhöhe, also der Höhendifferenz zwischen einem Wellenberg und einem danebenliegenden Wellental, kann die Verunschärfung in einem gewünschten Verlauf und einer gewünschten Stärke erreicht werden. Die Wellenlänge und die Wellenhöhe können veränderlich sein, wobei durch deren Variation eine weitere Möglichkeit zur Erzielung der Verunschärfung mit gewünschtem Verlauf und Stärke gegeben ist.

Beispielsweise kann die Wellenlänge im horizontalen Mittelbereich des Objektivs geringer sein als im oberen und unteren Bereich des Objektivs. Unter Umständen kann es auch ausreichend sein, die Wellen 28 nur im horizontalen Mittelbereich des Objektivs 17 vorzusehen, da deren Wirksamkeit in diesem Bereich am größten ist.

Bei einer in Fig. 5 dargestellten Variante des Objektivs 17 verlaufen die Wellen 28' nicht geradlinig sondern gekrümmt. Die Wellen 28' auf der in Lichtaustrittsrichtung gesehen linken Seite des Objektivs erstrecken sich entsprechend dem geneigten Kantenabschnitt 32' der Blende 14, der durch diese Seite des Objektivs abgebildet wird, zur Horizontalen geneigt. Auf der rechten Seite des Objektivs erstrecken sich die Wellen 28' entsprechend dem horizontalen Kantenabschnitt 31' der Blende 14 nur wenig geneigt zur Horizontalen. Die Neigung der Wellen 28' bezüglich der Horizontalen nimmt von der

linken Seite zur rechten Seite des Objektivs kontinuierlich ab. Durch den gekrümmten Verlauf der Wellen 28' ist eine gute Anpassung von deren Ablenkungswirkung an den genickten Verlauf der Hell-Dunkel-Grenze erreicht. Die Wellen 28' liegen auf untereinander konzentrischen Kreisbögen, deren Mittelpunkt jedoch zum Mittelpunkt des Objektivs exzentrisch angeordnet ist. Die Krümmung kann innerhalb einer Welle auch veränderlich sein.

In Fig. 6 ist für ein zweites Ausführungsbeispiel die Hell-Dunkel-Grenze dargestellt, wie sie nach SAE-Regelung gefordert wird. Die Hell-Dunkel-Grenze weist einen, in Lichtaustrittsrichtung gesehen, linken horizontalen Abschnitt 41 und rechts von diesem einen bezüglich diesem vertikal nach oben versetzten, ebenfalls horizontalen Abschnitt 42 auf. Die beiden Abschnitte 41, 42 sind durch einen vertikalen Absatz 43 verbunden. Die Kante der Blende 14 weist einen mit der Hell-Dunkel-Grenze von der Form her identischen Verlauf auf, mit den beiden horizontalen Kantenabschnitten 41' und 42' und dem vertikalen Kantenabschnitt 43'. Die Wellen 48 auf dem Objektiv 47 sind hier unter einem Winkel  $\alpha$  von etwa  $45^\circ$  zur Horizontalen geneigt angeordnet, wobei die Richtung der Neigung ohne Einfluß ist.

Die Neigung von  $45^\circ$  stellt einen Kompromiß dar für die horizontalen Abschnitte 41, 42 und den vertikalen Abschnitt 43 der Hell-Dunkel-Grenze. Soll für die horizontalen Abschnitte 41, 42 eine stärkere Verunschärfung erreicht werden als für den vertikalen Abschnitt 43, so ist der Neigungswinkel  $\alpha$  der Wellen 48 kleiner als  $45^\circ$  zu wählen. Der Anstiegswinkel  $\beta$  ist bei diesem Ausführungsbeispiel des Objektivs auf maximal  $10^\circ$  begrenzt, um auch hier zu hohe Lichtwerte oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze zu vermeiden.

#### Patentansprüche

1. Scheinwerfer für Kraftfahrzeuge, insbesondere Scheinwerfer für Abblendlicht oder Nebellicht, mit einem Reflektor (10) der durch Reflexion der Strahlen einer Lichtquelle (11) ein Lichtbündel erzeugt, mit einer Blende (14) deren Kante (16) im Strahlengang des Lichtbündels angeordnet ist, und mit einem Objektiv (17), das die Kante (16) der Blende (14) als Hell-Dunkel-Grenze des Lichtbündels auf der Fahrbahn abbildet, wobei wenigstens ein Teil der Oberfläche (21) zumindest einer Seite des Objektivs (17) mit einer Wellenstruktur zur Ablenkung der durch das Objektiv (17) tretenden Lichtstrahlen versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellen (28; 48) sich horizontal oder bis maximal  $45^\circ$  zur Horizontalen geneigt erstrecken.
2. Scheinwerfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellen (28) in sich geradlinig verlaufen.
3. Scheinwerfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellen (28') in sich gekrümmt verlaufen.
4. Scheinwerfer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellen (28') auf untereinander konzentrischen Kreisbögen liegen, deren Mittelpunkt bezüglich der Mitte des Objektivs (17) exzentrisch liegt.
5. Scheinwerfer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellen (28) auf einem Teil der Oberfläche, vorzugsweise im mittleren Bereich des Objektivs (17) angeordnet sind.
6. Scheinwerfer nach einem der vorstehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen je zwei benachbarten Wellentälern oder Wellenbergen veränderlich ist.

7. Scheinwerfer nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhen- 5  
differenz zwischen einem Wellenberg und einem danebenliegenden Wellental von einer Welle zur nächsten veränderlich ist.

8. Scheinwerfer nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Objektiv 10  
(17) eine dem Reflektor (10) zugewandte im wesentlichen plane oder leicht gewölbte Seite (18) und eine dem Reflektor abgewandte konvexe Seite (19) aufweist, wobei die Wellen (28; 48) insbesondere auf der konvexen Seite (19) angeordnet sind. 15

9. Scheinwerfer nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kante (16) der Blende (14) einen horizontalen Abschnitt (31') und einem zu diesem geneigten Abschnitt (32') aufweist und daß die Wellen (28) sich vorzugsweise 20  
unter dem halben Neigungswinkel des geneigten Kantenabschnitts (32') der Blende (14) zur Horizontalen erstrecken.

10. Scheinwerfer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellen (28) sich gleichsinnig 25  
geneigt erstrecken, wie der geneigte Kantenabschnitt (32') der Blende (14).

11. Scheinwerfer nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein zwischen einer Tangente (33) an einen beliebigen Punkt (34) der Wellen (28) 30  
und einer Tangente (36) an den zugehörigen Punkt (37) einer gedachten, durch die Wellenstruktur ersetzten Oberfläche des Objektivs ohne die Wellenstruktur eingeschlossener Anstiegswinkel  $\beta$  maximal bis  $5^\circ$  beträgt. 35

12. Scheinwerfer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kante (16) der Blende (14) einen ersten horizontalen Abschnitt (41') und einen zu diesem vertikal versetzten zweiten horizontalen Abschnitt (42') aufweist mit einem 40  
zwischen diesen beiden angeordneten vertikalén Absatz (43'), und daß die Wellen (48) sich unter einem Winkel  $\alpha$  bis zu  $45^\circ$  zur Horizontalen geneigt erstrecken.

13. Scheinwerfer nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein zwischen einer Tangente (33) an einen beliebigen Punkt (34) der Wellen (48) und einer Tangente (36) an den zugehörigen Punkt (37) einer gedachten, durch die Wellenstruktur ersetz- 50  
ten Oberfläche des Objektivs ohne die Wellenstruktur eingeschlossener Anstiegswinkel  $\beta$  maximal bis  $10^\circ$  beträgt.

14. Scheinwerfer nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche (21) zumindest einer Seite (19) des Objektivs 55  
asphärisch ausgebildet ist.

15. Scheinwerfer nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der asphärischen Oberfläche (21) des Objektivs (17) eine obere (22) und eine untere 60  
zylindrische Halblinse (23) überlagert sind und daß beide Halblinsen die Lichtstrahlen nach unten ablenken, wobei die Brechkraft der oberen Halblinse (22) positiver ist als die der unteren Halblinse (23).





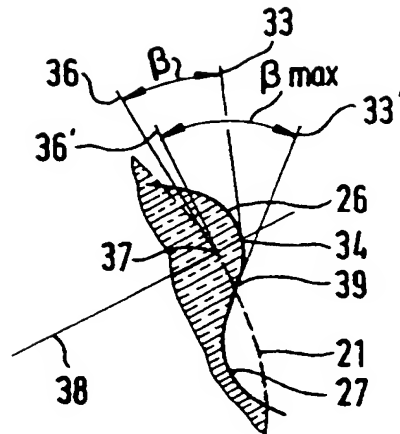


Fig. 4

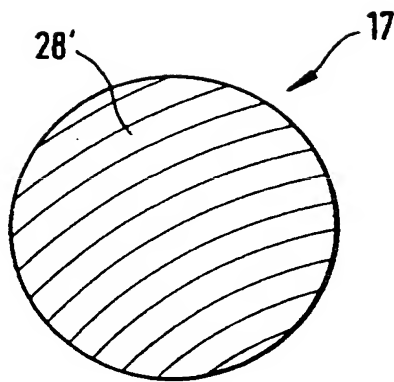


Fig. 5

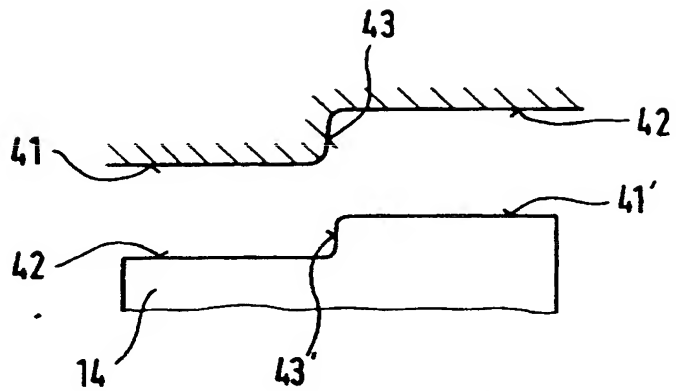


Fig. 6

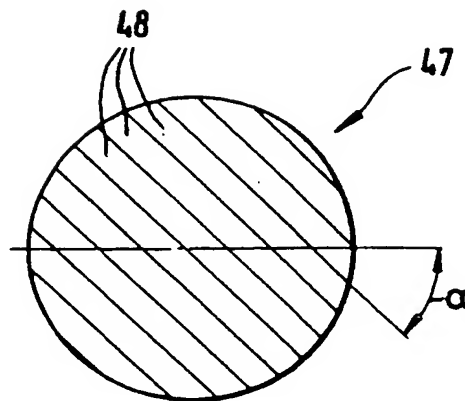


Fig. 7